

---

# Komplexe Arbeitswelten in der Wissensgesellschaft

Ansgar Bernardi, Harald Holz, Heiko Maus, and Ludger van Elst

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) GmbH,  
67663 Kaiserslautern, Germany; <vorname>.<nachname>@dfki.de

**Zusammenfassung** Die Arbeitswelt zukünftiger Wissensarbeiter wird in zunehmendem Maße durch die Dimensionen Mobilität, Verteiltheit und Kollaboration, sowie explizite Einbettung in Arbeitsziele und Prozesse charakterisiert. Die Anforderungen flexibler, räumlich und zeitlich verteilter, ggf. globaler Arbeitsorganisation einerseits und die technischen Möglichkeiten moderner Informations- und Kommunikationstechnik andererseits führen zu völlig neuen Formen der kooperativen, verteilten und ad hoc organisierten Problemlösung. Wir identifizieren die Herausforderungen und präsentieren die Techniken des Semantic Web als eine erfolversprechende Basis für deren Lösung.

## 1 Einleitung

Im sogenannten Informationszeitalter, in dem der Übergang von der Industrie- zur Wissensgesellschaft verkündet wird, in dem Unternehmen die Problematik hoher Mitarbeiterfluktuationen und den Mangel an qualifizierten Facharbeitern beklagen, wird Wissen in zunehmendem Maße als wichtigste Unternehmensressource betrachtet [Stehr, 1994]. Dabei wird betont, dass Wissen zwar auch in der Industriegesellschaft eine relevante Ressource gewesen sei; doch sei es für die Wissensgesellschaft kennzeichnend, dass eine Zunahme und Abhängigkeit von Berufen beobachtet werden könne, in denen Wissen eine Handelsware darstellt [Heisig and Ludwig, 2004].

Die aktuellen Prognosen für die Arbeitslandschaft 2010 in Deutschland scheinen diesen Trend zu belegen: während für den Bereich der höherqualifizierten Tätigkeiten (Forschung und Entwicklung; Führungsaufgaben, Organisation und Management; Beraten, Betreuen, Lehren, Publizieren, u.ä.) ein erhebliches Wachstum des Arbeitskräfteanteils von 35 % (1995) auf 41 % (2010) prognostiziert wird, werden den verbleibenden Bereichen der mittelqualifizierten und einfachen Tätigkeiten für den gleichen Zeitraum sinkende bzw. sogar stark sinkende Anteile vorausgesagt [Dostal, 2001]. Angetrieben wird dieser Wandel zur Wissensgesellschaft durch eine Reihe verschiedener Faktoren, etwa den Veränderungen in der Unternehmens- und Arbeitsorganisation (z.B. Off-Shoring bzw. projektorientierte Ad-hoc-Teams), technische Innovationen (z.B. in der Informationstechnologie), Erweiterung des Leistungsangebotes oder neue, auf verstärktes Informationsmanagement ausgerichtete gesetzliche Rahmenbedingungen.

Die Wissensarbeit selbst stellt sich üblicherweise als eine neue Qualität von Büroarbeit im weitesten Sinne dar [Cernavin et al., 2004]. Gekennzeichnet ist sie durch den Einsatz gut ausgebildeter Fachkräfte, die auf der Grundlage einer qualifizierten Fachausbildung *eigenverantwortlich komplexe Entscheidungen* treffen können, die *ständige Wandlungsmöglichkeit der Aufgaben* und eine entsprechende Lern- und Anpassungsbereitschaft des Personals, sowie die *zunehmende Bedeutung individueller Kompetenzen* im sozialen, methodischen und kommunikativen Bereich.

Dieses Verständnis der Wissensarbeit resultiert aus einer neuen Betrachtung der Wertschöpfungskette und der Erkenntnis, dass eine Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit hauptsächlich durch zunehmende Wertschöpfung auf der Basis von Wissensarbeit zu erreichen ist. Das Charakteristische der Wertschöpfung durch Wissensarbeit liegt in der Fähigkeit, kontinuierlich Wandlungsprozesse einzuleiten und damit unter sich stetig und rasch ändernden Rahmenbedingungen wirtschaftlich erfolgreich zu sein.

Vor diesem Hintergrund rückt der individuelle Wissensarbeiter ins Zentrum des Interesses: Die aus Sicht der Wissensarbeit neben rein fachlichem Können unabdingbaren Kompetenzen wie Abstraktionsfähigkeit, systemisches und prozesshaftes Denken, Offenheit und intellektuelle Flexibilität, kommunikative und kulturelle Kompetenz, sowie Fähigkeit zum individuellen Wissensmanagement und zur Selbstorganisation [Cernavin et al., 2004], sind in hohem Maße an Individuen gebunden.

Die einzelnen Wissensarbeiter sehen sich daher vor der Herausforderung, vielfältige Tätigkeiten aus unterschiedlichen Bereichen in einem hochgradig variablen Umfeld zu verbinden und zielgerichtet erfolgreich einzusetzen, wobei gewohnte Strukturen und traditionelle Organisationsformen häufig wegbrechen.

Gleichzeitig lässt sich in vielen wissensintensiven Tätigkeiten selbst eine Zunahme der Arbeitskomplexität beobachten.

*Beispiel Automobilentwicklung:* Durch den vermehrten Einbau von Fahrer-Assistenzsystemen in Fahrzeuge steigt die Komplexität der Produkte. Bei der Entwicklung dieser eingebetteten Systeme muss nun eine Vielzahl von neuen Abhängigkeiten zwischen den Software-, Rechner- und Basisfahrzeugkomponenten beachtet werden. Zusätzlich soll dabei häufig nicht mehr nur ein einzelnes Fahrzeug neu entwickelt werden, sondern gleich eine ganze Produktlinie.

*Beispiel Software-Entwicklung:* Im Rahmen von Outsourcing-Strategien, virtuellen Unternehmen oder Open-Source-Projekten wird Software zunehmend an geographisch weit entfernten Standorten von mehreren Teams entwickelt, was hohe Anforderungen an die Koordination der Tätigkeiten und die Kommunikation zwischen den Teammitgliedern stellt.

Direkt verbunden mit der Zunahme von wissensintensiven Tätigkeiten und deren Komplexität ist einerseits der gestiegene Bedarf an Informationen und Kommunikation, sowie andererseits die gestiegene Verfügbarkeit von Informationen, vor allem durch den Vormarsch der Internettechnologie. Wie Bullinger [Bullinger, 2001] betont, ist der Anstieg von Wissensarbeit und deren Komplexität bis zu einem gewissen Maße für alle Beteiligten (Beschäftigte, Unternehmen, Gesellschaft) von Vorteil, so dass es für ein Unternehmen essentiell ist, durch gezieltes Management von Wissensarbeit die richtige Balance zwischen höherqualifizierten und mittel- bis niedrig-qualifizierten Tätigkeiten zu erreichen. Das Spektrum dieses *knowledge work management* reicht dabei von der strategischen Ebene der Unternehmensentscheidungen bis zur operativen Ebene mit der Unterstützung der Wissensarbeiter durch organisatorische und technische Maßnahmen [Hermann, 2004].

Da lediglich letztere durch das Semantic Web adressiert werden können, soll im folgenden der Fokus auf die Aspekte einer technischen Unterstützung gelegt werden. Tatsächlich scheint es bisher auch eher unklar zu sein, wie Wissensarbeit am besten (d.h. effizient) organisiert werden kann [Hermann, 2004]. Während das tayloristisch-fordistische Modell der Arbeitsteilung für die Produktionsarbeit in den vergangenen Jahrzehnten beeindruckende Produktivitätssteigerungen erzielt hat, müssen vergleichbar erfolgreiche Ansätze für Wissensarbeitsprozesse erst noch entwickelt werden [Schütt, 2003].

Die heute verbreiteten post-tayloristischen Organisationsstrukturen zur Steuerung von Wissensarbeit tragen der Tatsache Rechnung, dass das Wissen eines Unternehmens zum größten Teil personengebunden ist; so haben Studien gezeigt, dass 80 % des Wissens eines Unternehmens persönliches Wissen ist [Rasmus, 2002]. Der als „Subjektivierung von Arbeit“ [Moldaschl and Voß, 2003] bezeichnete Organisationswandel erwartet von den Wissensarbeitern eigenverantwortliches Planen, Handeln und Entscheiden, sowie die Zusammenarbeit in projektspezifischen Ad-hoc-Teams, um flexibel auf sich ändernde Kundenwünsche oder Marktschwankungen reagieren zu können.

Aus technischer Sicht ergibt sich somit die Herausforderung, individuellen Wissensarbeitern durch geeignete Unterstützungswerkzeuge sowohl den effektiven Umgang mit dem persönlichen Informationsraum als auch die flexible Einbindung in Ad-Hoc-Teams und wechselnde Arbeitskontexte zu ermöglichen.

## 2 Charakteristika komplexer Arbeitswelten

Die gesteigerte Komplexität, der sich Wissensarbeiter in der heutigen Arbeitswelt gegenüber sehen, bezieht sich auf mehrere Aspekte, die wir im folgenden kurz skizzieren.

- In *Produkt*-Hinsicht (**Was** sind die Gegenstände der Arbeit?): Treiber der gesteigerten Komplexität ist sicherlich die gestiegene Komplexität der produzierten *Güter* und *Dienstleistungen*. Dabei meint Komplexität neben der schier Vielfalt der Produkte auch die Anzahl der Komponenten dieser Produkte sowie deren (interne) Vernetzung. Während im Bereich der *Produktfertigung* diese Komplexität durch tayloristische Management-Ansätze im großen Maße vom Arbeiter ferngehalten werden kann, sind diese Organisationsformen bei der Erstellung immaterieller Güter nicht so sehr verbreitet<sup>1</sup>.
- In *Prozess*-Hinsicht (**Wie** wird gearbeitet?): Die Erzeugung und Vermarktung komplexerer Güter und Dienstleistungen geschieht in immer längeren und stärker ausdifferenzierten Prozessketten, die zudem noch einer hohen Dynamik, etwa zur Optimierung der Prozesseffizienz oder aufgrund geänderter Rahmenbedingungen, unterliegen. Über die operativen Prozesse entlang des Produktlebenszyklus' hinaus werden Mitarbeiter heute auch immer stärker in Prozesse zweiter Ordnung, etwa Wissensmanagement-Prozesse, eingebunden.

<sup>1</sup> In der Montage eines PKW wird vom Arbeiter nicht erwartet, dass er die komplexen Wirkzusammenhänge beispielsweise zwischen Rußpartikelfilter und Motorsteuerung betrachtet. Beim Design beider Subsysteme sind deren Abhängigkeiten aber wesentlich.

- In *sozialer* Hinsicht (**Mit wem** wird zusammen gearbeitet?) Die hohe Spezialisierung, die zur Herstellung wissensintensiver Produkte notwendig ist, führt dazu, dass immer mehr Personen in die Entwicklungs-, Produktions-, Service- und Recyclingprozesse eingebunden sind. Diese Personen sind in unterschiedliche Organisationsstrukturen eingebettet, häufig auch über Abteilungs- und Unternehmensgrenzen hinweg. Zudem führen interne Umstrukturierungen sowie Firmenzusammenschlüsse zu recht hoher Dynamik der Organisationsstrukturen.
- In *räumlicher* Hinsicht (**Wo** wird gearbeitet?) Im Rahmen global agierender Unternehmen oder durch Outsourcing-Maßnahmen können Mitarbeiter einer Prozesskette praktisch über die ganze Welt verteilt sein. Dies gilt insbesondere für die hoch informationsbasierten Prozessanteile, da deren Produkte, eben Daten und Informationen, mit sehr geringen Transportkosten bewegt werden können. Der Effekt der räumlichen Flexibilisierung ist auf allen Granularitätsebenen zu beobachten: Von global aufgestellten Konzernen, deren Abteilungen über Kontinente hinweg kooperieren müssen, über kleinere und mittlere Unternehmen, deren Partner und Kunden sich häufig über die ganze Welt verteilen, bis zum einzelnen Mitarbeiter, der neben seinem Arbeitsplatz im Betrieb immer selbstverständlicher auch von zuhause auf die Unternehmensinfrastruktur zugreift oder über eine Vielzahl mobiler Endgeräte eine hohe räumliche Flexibilität erreicht.
- In *zeitlicher* Hinsicht (**Wann** wird gearbeitet?) Die räumlichen Gegebenheiten bei der Produktion klassischer Industriegüter sowie die tayloristische Arbeitsorganisation führen dazu, dass dort auch eine eher niedrige zeitliche Dynamik vorherrschend ist. Ein Extrempunkt ist die Fließbandproduktion, wo ein bestimmter Prozessschritt immer zu einem genau definierten Zeitpunkt an einem genau definierten Ort auszuführen ist. Unter dem Schlagwort der "Just-in-Time"-Produktion wurde dieses Organisationsprinzip auch auf die Makroebene übertragen, etwa für abteilungs- oder firmenübergreifenden Prozessketten. Die oben beschriebene erhöhte räumliche Flexibilität und die globale Zusammenarbeit (auch über Zeitzonen hinweg!) ermöglicht und erfordert häufig auch eine Delinearisierung der Arbeitszeiten, bis hin zur Auflösung der zeitlichen Grenzen zwischen *Arbeitszeit* und *Freizeit*<sup>2</sup>. Aus Sicht des Informations- oder Wissensarbeiters reicht die zeitliche Flexibilisierung von der Organisation des Arbeitstages (quasi-gleichzeitige Bearbeitung einer Vielzahl von Projekten) bis zu deutlich dynamischeren Modellen der Verteilung von Lebensarbeitszeit.

Insgesamt bezieht sich die "erhöhte Komplexität" moderner Arbeitswelten also auf:

- die *Anzahl* der Objekte (Produkte, Güter, Dienstleistungen), Personen, Organisationen und Prozesse,
- den *Grad der Ausdifferenzierung* von Produkten, Organisationsstrukturen und Prozessen,
- die *Zahl möglicher Relationen* zwischen diesen Objekten und Personen sowie auf
- die *Dynamik*, mit der sich diese Beziehungen ändern.

Wenngleich wir die erhöhte Komplexität hier wesentlich als eine sich für ein Unternehmen von innen, aus den Produkten ergebende Komplexität beschrieben haben, gibt es darüber hinaus auch von außen induzierte Komplexitätserhöhungen,

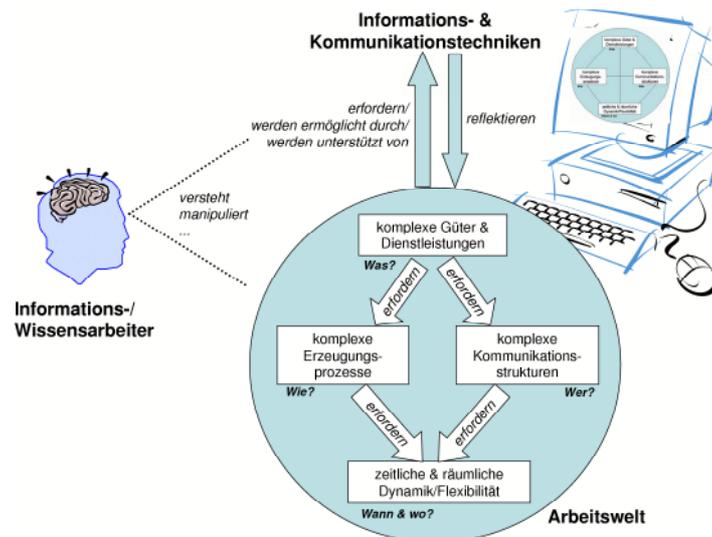
<sup>2</sup> Vergleiche den Unterschied zwischen einem Schichtarbeiter in der Produktion klassischer Industriegüter mit dem Arbeitszeitmodell eines Wissensarbeiters, der abends seine E-Mail liest und häufig "selbstverständlich" auch im Urlaub erreichbar ist.

beispielsweise der Prozesse als Folge rechtlicher Regelungen (etwa zur Einhaltung ökologischer oder ethischer Richtlinien).

Während es in einzelnen Bereichen sicherlich Trends zur Komplexitätsreduzierung gibt – der Erfolg von Aldi wird vielfach als Folge einer “Strategie der Einfachheit” gedeutet, und Philips’ Slogan *sense and simplicity* zielt ebenso wie Niensens [Nielsen, 2000] Forderung nach Einfachheit im Software-Design besonders auf die Perspektive des Nutzers – so ist doch insgesamt bei der Produktion von Gütern, Dienstleistungen und Wissen eine stetige Zunahme der Komplexität zu verzeichnen. Dabei ist, neben dem Ziel der Kostensenkung, die Rolle der IuK-Technologien typischerweise die, die Grenzen der beherrschbaren Komplexität auf den oben beschriebenen Dimensionen auszudehnen: Wenn die Menge der Posteingangsdokumente unüberschaubar groß wird, werden Systeme zur automatischen Klassifikation eingehender Dokumente angeschafft; wenn Projektpartner räumlich und zeitlich entkoppelt arbeiten müssen, wird eine virtuelle Kollaborationsplattform eingerichtet; wenn Termine nicht mehr direkt abgeglichen und „im Kopf“ gehalten werden können, werden Kalenderwerkzeuge und PDAs angeschafft. Dabei wird bei der Planung von IuK-Infrastrukturen wie auch beim expliziten *Komplexitätsmanagement* überwiegend aus der *Perspektive des Unternehmens* agiert: Wie schafft es das Unternehmen, seine Informationen, sein Wissen, seine Prozesse etc. zu beherrschen?

Durch die im Vergleich zu tayloristisch organisierten Produktionsarbeitsplätzen geänderten Anforderungen an den Wissensarbeiter, der in weitem Maße selber für die Organisation seiner Arbeit verantwortlich ist, der dezentral und flexibel agieren soll, wird es aber auch notwendig, seine Perspektive auf die komplexe Arbeitswelt moderner Unternehmen in den Blick zu nehmen und die Komplexität, der er sich gegenüber sieht, handhabbar zu machen. Abbildung 1 verdeutlicht, dass sich der Wissensarbeiter neben den oben beschriebenen Komplexitäten 1. Ordnung, d.h. der realen Welt, auch mit der Komplexität der ihm eigentlich als Werkzeug an die Hand gegebenen IuK-Technologien konfrontiert sieht, die wesentlich auf den Modellen der realen Welt basieren und damit eine Komplexität 2. Ordnung darstellen.

*Beispiel Automobilentwicklung:* Die Entwicklung eines neuen Fahrzeugmodells inklusive neuer Fahrer-Assistenzsysteme umfasst eine Vielzahl komplexer, parallel ablaufender Entwicklungsprozesse für die einzelnen Fahrzeug- und Softwarekomponenten mit hohem Abhängigkeitsgrad. Diese Abhängigkeiten erfordern einen hohen Kommunikations- und Koordinationsaufwand zwischen den jeweiligen Entwicklerteams. Auf Grund von teilweise nur lokal vorhandener Kompetenzen und Qualitätssicherungsmaßnahmen in extremen Geländen ist eine zeitliche und räumliche Verteilung des Entwicklungsprozesses unumgänglich. Die Komplexität dieses Prozesses 1. Ordnung wird versucht durch IuK-Technologien beherrschbar zu machen. Etwa werden die verschiedenen Entwicklungsdaten, CAD-Zeichnungen, Testdokumente, Projektpläne, etc. in komplexen Produktdatenmanagement-Systemen zentral verwaltet, in die auch die externe Zulieferer sowie Softwareentwicklungs-Teams eingebunden werden müssen. Die Entwicklungsprozesse müssen geplant, dokumentiert und im Detail häufig revidiert werden, wenn Entwicklungsfehler festgestellt werden und Komponenten modifiziert werden müssen. Die in der realen Welt bestehenden Abhängigkeiten führen zu komplexen Abhängigkeitsnetzwerken zwischen den mit Hilfe der IT verwalteten Daten und Dokumente. Ohne diese Abhängigkeitsverwaltung bestünde jedoch die Gefahr von inkonsistenten Fahrzeugdaten, die unter allen Umständen vermieden werden müssen.



**Abbildung 1.** Wissensarbeiter sind mit der Komplexität der Arbeitswelt und deren Modellen in IT-Systemen konfrontiert.

Bevor wir uns der Frage zuwenden, welchen Einfluss die aktuellen Entwicklungen im Bereich Semantic Web auf die Produktivität von Wissensarbeitern haben kann, soll im folgenden Abschnitt zunächst dargelegt werden, welche Anforderungen sich aus der gestiegenen Komplexität der Wissensarbeit an eine Unterstützung durch IuK-Technologien generell ergeben.

### 3 Anforderungen an die IT-Unterstützung für Wissensarbeiter

Aus den dargestellten Charakteristika moderner Wissensarbeit resultieren erweiterte Anforderungen nach geeigneter IT-Unterstützung.

Die *Komplexität der Objekte* verlangt nach Werkzeugen zur Beherrschung dieser Komplexität. Solche Werkzeuge müssen zunächst eine reichhaltige Modellierung erlauben: Die für wissensintensive Aufgaben abzubildenden Komponenten und Zusammenhänge gehen über das aus der materiellen Welt Gewohnte hinaus und umfassen auch Entscheidungsalternativen, Hintergrundinformationen, Kausalketten, Kundenwünsche, Marktabhängigkeiten und anderes mehr. Ziel des Werkzeugeinsatzes ist es, in solchen vielfach vernetzten Geflechtern sowohl den Überblick zu ermöglichen als auch rasche Antworten auf spezielle Fragen zu liefern. Geeignete Werkzeuge orientieren sich an den Prinzipien der *Abstraktion* – durch Weglassen von Details und Konzentration auf Wesentliches bleibt der Überblick gewahrt – *Individuellen Sichten* – situations- und bedarfsspezifische Auswahl von Informationen ermöglicht rasche und zielgerichtete Auskunft – und *Details bei Bedarf* – durch individuell angepasste

und im Arbeitskontext eingesetzte Filter werden relevante Detailinformationen im rechten Moment sichtbar gemacht [Shneiderman, 2002].

Die spezifischen Aspekte der *Prozess-Sicht* verlangen nach Werkzeugen, die die dynamische Modellierung, Überwachung, und Steuerung paralleler und agiler Arbeitsprozesse für den einzelnen Wissensarbeiter unterstützen. Letztlich wird so die individuelle Arbeitsorganisation systematisiert und verstärkt auf maschinelle Repräsentation und Dokumentation ausgerichtet. Unter dynamischer Modellierung verstehen wir dabei die Möglichkeit einer verzahnten Planung und Abwicklung der Arbeitsprozesse, da diese nicht im voraus detailliert geplant werden können. Vielmehr folgen sie häufig einem *trial and error*-Vorgehen oder sind stark von äußeren Faktoren abhängig, beispielsweise durch sich ändernde Kundenwünsche während der Projektabwicklung. Dabei kommt auch bei den Prozessen der Möglichkeit, Abhängigkeiten sowohl zwischen Prozessschritten untereinander als auch zwischen Prozessschritten und Merkmalen der zu erstellenden Güter und Dienstleistungen verwalten zu können, eine besondere Bedeutung zu, um Wissensarbeiter bei der Umplanung effektiv unterstützen zu können. Letztlich erfordert dies eine einheitliche, erweiterbare Repräsentation von Prozessen und den durch sie erstellten Gütern und Dienstleistungen. Darüber hinaus muss bei einer IT-Unterstützung der Prozess-Sicht der Notwendigkeit Rechnung getragen werden, dass mit dem Produkterstellungsprozess zusätzlich ein Wissensmanagementprozess verschmolzen werden muss.

Den *sozialen Aspekten* der zunehmend flexiblen und globalen Zusammenarbeit wird durch Kommunikationswerkzeuge, aber auch durch Verfahren für Aufbau und Management von persönlichen Netzwerken Rechnung getragen. Experten-Datenbanken und Kontaktforen dienen dem einfachen Auffinden kompetenter Ansprechpartner, aber auch der eigenen Selbstvermarktung auf einem weltweiten Marktplatz für Kompetenzträger. Die Zusammenarbeit der ad-hoc gebildeten und für kurze Zeit hocheffektiv kooperierenden Teams wird durch Kooperationswerkzeuge wie etwa virtuelle *team rooms* gefördert. Ein zentrales Ziel ist hierbei die Schaffung und Beibehaltung eines gemeinsamen Arbeitskontexts und eines gemeinsamen Aufgabenverständnisses innerhalb des gesamten Teams. Insbesondere muss auch der Terminologieproblematik Rechnung getragen werden, da sich Begrifflichkeiten, die sich häufig auch in den IT-Systemen widerspiegeln, nicht leicht von einem Team in ein anderes übertragen lassen.

Die *räumliche Flexibilität* der Wissensarbeit und ihrer zunehmend verteilten Organisation verschärft diese Anforderungen: Kommunikation, Transfer von Arbeitsgegenstand und Zwischenergebnissen zwischen allen Beteiligten, gemeinsames Kontextverständnis verlangen nach Kommunikations- und Kooperationswerkzeugen. Relevante Ansätze sind etwa als *Shared Workspace* und verwandte Werkzeuge aus dem *Computer-supported Cooperative Work* (CSCW) bekannt.

Die zunehmende Auflösung starrer *zeitlicher* Strukturen resultiert in vermehrt *asynchronen* Arbeitsabläufen, die nach neuen Verfahren der Synchronisierung, aber auch des expliziten Managements von Abhängigkeiten verlangen. Die bereits erwähnte Problematik der Darstellung und Vermittlung eines übergreifenden, gemeinsamen Kontextverständnisses wird durch die zeitliche Dimension erweitert und erschwert. Auf der individuellen Ebene wachsen die Anforderungen an persönliches Zeitmanagement. Schließlich führen parallele und asynchrone Arbeitsstrukturen auch zu vermehrtem Lernbedarf, der nach IT-Unterstützung verlangt – im Extremfall eines durch weltweit verteilte Teams erreichten *round-the-clock* Arbeitsprozesses müssen

alle Beteiligten zu Beginn ihres jeweiligen Arbeitstages die Fortschritte der Kollegen neu erfassen und erlernen, bevor sie selbst wieder produktiv beitragen können.

Im Einzelnen ist keine der genannten Anforderungen völlig neu. Generell scheinen die technischen Entwicklungen und Möglichkeiten schon heute nicht nur Antworten auf einige der genannten Fragestellungen zu geben; sie erzeugen auch durch die nunmehr greifbaren Möglichkeiten die neuen Organisationsformen, die dann wiederum zu neuem IT-Bedarf führen. Aus der Sicht der Wissensarbeit stellt jedoch die für das Individuum notwendige umfassende Integration aller genannten Dimensionen die neue Herausforderung dar; personenzentrierte Ansätze für das Wissensmanagement im Unternehmen [Wüg, 2004] und persönliches Informationsmanagement werden zur Grundlage der Produktivitätssteigerung [Davenport, 2005]. Aus IT-Sicht wird dies durch die aktuelle Popularität von Desktop-Suchmaschinen wie Google Desktop Search<sup>3</sup>, x-friend<sup>4</sup>, MSN Desktop Search<sup>5</sup>, u.ä. verdeutlicht: das Konzept einer desktop-weiten Suche erspart dem Benutzer die manuelle, sequentielle Suchanfrage an diverse, heterogene Informationsquellen (z.B. eMail, Dateiordner, Wikis, Dokumentenmanagementsysteme etc.). In einem der nachfolgenden Kapitel (s. „Der Arbeitsplatz der Zukunft“) wird dieses Konzept in Form des *Personal Semantic Desktops* weiterentwickelt. Eine über reine Suche hinausgehende Unterstützung erreichen individuelle Wissensarbeiter übrigens häufig schon heute, indem sie durch innovative Zweckentfremdung vorhandener Werkzeuge neue, an ihre jeweiligen Bedürfnisse adaptierte Unterstützungen realisieren: So wird etwa aus dem Kommunikationswerkzeug eMail gleichzeitig ein persönliches Dokumentenmanagement-System und ein Werkzeug zur Arbeitsplanung. Als typische Work-arounds sind derartige Lösungen individuell nützlich, von einer optimierten, vielfältig nutzbaren Integration aber weit entfernt. Die Herausforderung der Zukunft liegt insbesondere darin, den vielfältigen individuellen Bedürfnissen durch flexible und umfassende Integrationen Rechnung zu tragen.

### Barrieren derzeitiger IT-Unterstützung

Wissensarbeiter werden heute mit einer Vielzahl von fachübergreifenden sowie fachspezifischen IT-Systemen konfrontiert, die sie bei ihrer Arbeit unterstützen sollen. In die erste Kategorie fallen z.B. Office-Anwendungen, Werkzeuge für das persönliche Informationsmanagement (PIM), Data Mining Werkzeuge etc., während Systeme zur Wissenswiederverwendung (Case-Based Reasoning), Entscheidungsunterstützung und -automatisierung zu der zweiten Kategorie gehören.

Hauptziele des IT-Einsatzes sind dabei aus Unternehmenssicht die Steigerung der Produktivität, die Qualitätssicherung oder -verbesserung sowie die Compliance-Unterstützung. Dabei wird die Steigerung der Produktivität als eine der Hauptherausforderungen gesehen [Drucker, 1969]:

To make knowledge work productive will be the great management task of this century, just as to make manual work productive was the great management task of the last century.

<sup>3</sup> <http://desktop.google.com/>

<sup>4</sup> <http://www.x-friend.de/>

<sup>5</sup> <http://toolbar.msn.com/>

Wir haben im vorigen Abschnitt aus den Charakteristika komplexer Arbeitswelten der Wissensarbeit erweiterte Anforderungen an die IT-Unterstützung der Wissensarbeit abgeleitet. Betrachten wir jedoch die Praxis in den Unternehmen, so können wir für die einzelnen Aspekte Barrieren in der IT-Unterstützung identifizieren, die die Produktivität des Wissensarbeiters negativ beeinflussen.

**Produkt-Sicht** Der Umgang mit den Gütern und Dienstleistungen spiegelt sich in den Informationsobjekten und dem Wissen des Unternehmens wider, die in unterschiedlichen Formen und Medien gespeichert sind (technische Dokumentation, Firmenrichtlinien, eMails, Datenbanken, usw.) und unterschiedlichen Charakter haben (Fakten, vage Idee, heuristische Faustregel, vorgeschriebene Firmenregel, Erfahrung, usw.). In Unternehmen finden sich sowohl strukturierte als auch unstrukturierte Informationsobjekte. Während etwa die einzelnen Einträge einer Produktdatenbank für die gestellte Aufgabe adäquat strukturiert sind, steckt das interessante Wissen bei der Produktentwicklung in der Projektdokumentation, die i.d.R. unstrukturiert ist. Ein effizienter Umgang mit unstrukturierten Informationsobjekten – wie etwa bei einer Informationssuche, die über Volltextsuche hinausgehen soll oder einer Visualisierung der Abhängigkeiten eines neuen Produktes in der Entwicklung – erfordert jedoch eine Formalisierung der Objekte.

Hier reicht das Spektrum von der Vergabe einfacher Metadaten wie Titel, Autor und Schlüsselwörter bei Dokumenten, bis hin zu einer Vollformalisierung des Inhaltes, wie man es in frühen Expertensystemen findet. Während der erste Teil des Spektrums unbefriedigend für eine maschinelle Verarbeitung ist, ist eine Vollformalisierung bei der Menge existierender Datenbestände mit sehr hohem Aufwand verbunden und ist daher für ein Unternehmen i.d.R. nicht rentabel.

Unternehmen nutzen nun verschiedenste IT-Systeme zur Unterstützung der Wissensarbeiter beim Umgang mit den (Informations-) Objekten. Jedoch steigt mit zunehmender IT-Unterstützung die Komplexität für den einzelnen Wissensarbeiter. So existieren in Unternehmen unterschiedlichste IT-Systeme für bestimmte Aufgaben wie etwa Dokumentenmanagement, Projektmanagement, Kollaboration oder Wissensmanagement. Oftmals handelt es sich dabei um Insellösungen oder die Systeme treten gar in Konkurrenz zueinander, so dass etwa die Projektdokumente zwar im Groupwaresystem vorhanden sind, jedoch nicht im Dokumentmanagement-System des Unternehmens. Wo soll nun ein Mitarbeiter die Information suchen? Solche Situationen entstehen durch verschiedene Organisationsformen oder Umstände der Firmen, wie etwa bei multinationalen Firmen, Konsortien oder durch Aufkäufe, Merger, Diversifizierung, Outsourcing, etc. entstandene heterogene Firmenteile.

Ein weiteres prinzipielles Problem sind unterschiedliche Konzeptualisierungen und Terminologien. So sind fachspezifische Begriffe nicht allgemein bekannt, oder ein Konzept wird von verschiedenen Personen unterschiedlich besetzt oder abgegrenzt. Solche konzeptuellen Brüche führen zu Missverständnissen im Arbeitsablauf, andererseits führt das Überstülpen einer einheitlichen Terminologie vielfach zu Abwehrreaktionen in den betroffenen Firmenteilen.

Die technisch und konzeptuell heterogene IT-Infrastruktur erhöht die Komplexität für den einzelnen Wissensarbeiter bei Suche, Zugriff, Organisation und Distribution von Informationen. Der Wissensarbeiter ist hier mit uneinheitlichen Systemen und Terminologien konfrontiert. Dabei wird insbesondere die eigene Sichtweise des Wissensarbeiters selten berücksichtigt, d.h. Vorgehensweisen und Terminologie müssen auf das eigene Verständnis der Welt abgebildet werden. Dies erschwert die

Sichtenbildung und erhöht die Gefahr, dass vorhandenes Wissen nicht gefunden, genutzt oder bereitgestellt wird. Damit entstehen Fehlerquellen in der täglichen Arbeit: wichtige Informationen werden nicht gefunden oder Querverbindungen werden nicht aufgedeckt und nutzbar gemacht, so dass relevante Informationen zur Lösung des aktuellen Problems nicht erkannt und somit u.U. falsche Entscheidungen getroffen werden.

**Prozess-Sicht** Zur Unterstützung der Prozesssicht werden in Unternehmen u.a. Workflow-Management-Systeme (WfMS) genutzt, um definierte Prozesse zu automatisieren. Mit deren Einführung und der damit einhergehenden Übertragung des tayloristischen Modells auf den Nicht-Produktionsbereich, konnten bestimmte, standardisierte Büroarbeitsabläufe optimiert und effizienter gestaltet werden, vor allem in administrativen Bereichen.

Jedoch sind WfMS ungeeignet für individuelle und flexible Wissensarbeitsprozesse, da diese nicht im voraus detailliert planbar sind und viele Ausnahmen und komplexe Abhängigkeiten die Modellierung erschweren [Schwarz et al., 2001]. Außerdem wird durch ein WfMS zwar die Koordination der einzelnen Tätigkeiten unterstützt, aber keinerlei Hilfe bei der Bearbeitung der einzelnen wissensintensiven Arbeitsschritte angeboten. Dafür stehen im besten Fall spezifische Werkzeuge zur Entscheidungsunterstützung zur Verfügung, die im allgemeinen jedoch den Prozesskontext nicht kennen (d.h. keine Integration in den Prozess). Falls also WfMS für solche Arbeitsprozesse eingesetzt werden, entstehen Situationen, in denen der Wissensarbeiter ein anderes Verhalten des Systems benötigt, als dies modelliert ist bzw. durch Ausnahmeregelbehandlung lösbar wäre. Daraus entstehend dann Parallelwelten der Prozessbearbeitung, bei denen die im Workflow-System befindliche Prozessinstanz nicht mehr dem tatsächlichen Verlauf entspricht. Neben dem Mehraufwand für den Wissensarbeiter und einer steigenden Unzufriedenheit mit dem System, geht durch den Verlust der Nachvollziehbarkeit der Prozesse dem Unternehmen auch wertvolles Erfahrungswissen verloren.

Dennoch ist eine prozessbezogene Unterstützung des Wissensarbeiters wünschenswert, da in der Wissensarbeit selbst ein hoher Geschäftswert für das Unternehmen steckt. So sollten Entscheidungen bestmöglich informiert getroffen werden und zur Nachvollziehbarkeit und späteren Wiederverwendung ausreichend dokumentiert werden. Damit spielt dies in den Bereich der Ansätze des Wissensmanagements, Wissen zu identifizieren, zu bewahren und bei Bedarf geeignet zur Verfügung zu stellen (siehe Ansätze zum geschäftsprozessorientierten Wissensmanagement [Abecker et al., 2002]).

**Soziale, räumliche und zeitliche Sicht** Eng verbunden mit der Prozesssicht der Wissensarbeit ist die soziale Sicht, da der Wissensarbeiter oft in Teams eingebunden ist und somit ein Großteil seiner Arbeit Kollaboration erfordert. Auf Grund der Verschiedenheit der jeweiligen Aufgabenstellung, die sich nach den konkreten Projekt- oder Kundenanforderungen ausrichtet, werden die Teams *ad hoc* gebildet: für die Dauer des Projektes wird ein Team zusammengestellt, das sich nach der Projektabwicklung wieder auflöst. Daher ergibt sich bei den Unternehmen häufig eine Matrixorganisation, nach der sich ein Projektteam für ein bestimmtes Projekt aus Mitarbeitern verschiedener Unternehmensabteilungen zusammensetzt. Zusätzlich ist jeder Wissensarbeiter meist in mehrere Projekte gleichzeitig eingebunden, wenn seine Kompetenzen auch in parallel laufenden Projekten angefragt werden, mit u.U. räumlich und zeitlich getrennten Teammitgliedern.

Damit gleicht die Situation eines heutigen Wissensarbeiters derjenigen eines Simultan-Schachspielers, der in mehrere Partien gleichzeitig involviert ist. So wie der ständige Wechsel zwischen den einzelnen Partien eine besondere Herausforderung darstellt, so führt der häufige Tätigkeitswechsel zwischen verschiedenen Projekten bei Wissensarbeit zu Produktivitätsverlust.

Die IT stellt für die Kollaboration unterschiedlichste Werkzeuge zur Verfügung wie Dokumentmanagement-Systeme, gemeinsame elektronische Arbeitsräume mit Groupwaresystemen, Portalen oder gar Audio/Video-Konferenzsysteme. In der Praxis von Unternehmen kann dabei ein unterschiedlich stark ausgeprägter Mix solcher Systeme festgestellt werden, bis hin zur Verwendung von eMail als einzigem Koordinationsmedium. Je nach Zusammenstellung der Teams und Herkunft der Mitglieder sind daher wiederum ähnliche Probleme wie mit der restlichen Infrastruktur des Unternehmens festzustellen: Es werden neue Systeme genutzt, die nicht in die bisherige Infrastruktur integriert sind, durch flexible Teamzusammenstellung müssen Mitarbeiter mit bisher unbekanntem Systemen umgehen, die Koordination der Projekte erfordert flexible Prozessunterstützung, gemeinsamer Arbeitskontext und Aufgabenverständnis müssen im Team über räumliche und zeitliche Grenzen hinweg geschaffen werden. Je nach Zusammenstellung des Teams treffen neben unterschiedlichen Sprachen oder gar Kulturen, auch wieder unterschiedliche Terminologien aufeinander, was den Aufbau eines Kontextes und gemeinsamen Verständnisses sowie die Erstellung, Pflege und Nutzung gemeinsamer Wissensbasen erschwert.

***Integrative Sicht des Wissensarbeiters*** All diesen Einzelaspekten steht nun der Wissensarbeiter gegenüber, der die Aspekte kombinieren muss, um seine Arbeit effektiv zu gestalten und erfolgreich durchzuführen.

Dabei sieht er sich der oben ausgeführten Komplexität gegenüber, die auf seinem Arbeitsplatz kumuliert und sich in den von ihm täglich genutzten Applikationen für die Büroarbeit fortsetzt. So sind diese Applikationen nur sehr eingeschränkt untereinander kompatibel. Grund dafür sind unterschiedlichste Dateiformate mit proprietären Standards, die einen Austausch und Weiterverarbeitung von Informationsobjekten erschweren, wenn nicht gar (praktisch) unmöglich machen. Dennoch besteht für den Wissensarbeiter Bedarf im freien Austausch und Kombination der Objekte seiner Wissensarbeit.

Der Trend hin zur Zusammenarbeit von Büroapplikationen zeigt diesen Bedarf. So stellt Microsoft eine Suite zur Verfügung aus eMail, Kalender, Notizen, Aufgaben, Kontakten (in MS Outlook); eingebunden in Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Präsentation (Word, Excel, ...) und Kollaboration im Team (MS Exchange, Netmeeting). Außerhalb dieser Konstellation wird ein Austausch jedoch schwierig, wenn man etwa ein anderes eMail-Tool nutzt oder gar ein anderes Betriebssystem verwendet.

Die Folge davon sind Mehraufwand (Import/Export von Daten resp. Synchronisation), Redundanz (z.B. eMail-Adressbuch und Kontaktdatenbank, Dokumente in eMails und in Dateiverzeichnissen), das Fehlen von Informationen bei Bedarf sowie Umgehungsstrategien, wie die bereits erwähnte Nutzung von eMail als Universalwerkzeug.

Wissensarbeiter entgegen dieser Komplexität oftmals in einer verstärkten lokalen Pflege ihres persönlichen Wissensraumes in Dateiverzeichnissen, eMail-Ordnern, Werkzeugen des „Personal Information Managements“, MindMapping, persönliche Webseiten, etc. Dieser Wissensraum weist durchaus viel Struktur auf, wenn etwa

eMail-Ordner und Dateiverzeichnisse betrachtet werden. Demgegenüber steht eine geringere Bereitschaft zur Pflege des organisationalen Wissensraumes, wie etwa die Teilnahme in Wissensmanagementaktivitäten des Unternehmens, die z.B. das Einstellen und Verschlagworten von Projekterfahrungen (in Form von *Lessons Learned* oder *Best Practices*) verlangen, da deren korrekte Verfügbarmachung und Indexierung mit hohem manuellen Aufwand verbunden ist und i.d.R. zusätzlich zur eigenen Ablage getätigt werden muss. Das Scheitern vieler Wissensmanagement-Projekte und die Diskussion über Anreizsysteme zeigen diese Problematik.

**Kontext** Bei vielen der genannten Aspekte taucht immer wieder die Problematik einer fehlenden Kontextbezogenheit der Anwendungen auf. Als Kontext eines Wissensarbeiters bezeichnen wir die Menge aller Objekte, die zur Durchführung seiner Aufgabe zu einem bestimmten Zeitpunkt relevant sind. Dieser Kontext ist umfangreich und setzt sich zusammen aus konkreten Elementen wie Informationsobjekten (wie etwa Papier- und elektronische Dokumente), genutzten Applikationen, Kollegen, Aufgabe und Situation, aber auch weniger fassbaren Aspekten wie der Erfahrung des Wissensarbeiters oder gar seinem Gemütszustand.

Wissensarbeiter haben also zu einem gegebenen Zeitpunkt einen Kontext, der explizit (Wie war das nochmal? Welche Dokumente brauche ich jetzt?) oder implizit (Aktivierung des entsprechenden Erfahrungswissens) aufgebaut und genutzt wird. Je nach Komplexität der Situation oder der gegebenen Aufgabe ist auch der Kontext komplex, was für den Wissensarbeiter einen erhöhten Aufwand für den Aufbau des Kontextes bedeutet und Gefahren birgt, nicht alles im Kontext zu berücksichtigen. Daraus resultiert ein Unterschied zwischen dem potentiell nutzbaren Kontext und dem verfügbaren, vom Nutzer wahrgenommenen und schließlich genutzten Kontext.

Weiterhin treten im täglichen Arbeitsablauf ständig so genannte *Kontextwechsel* auf, d.h. Zeitpunkte an denen der Wissensarbeiter sich innerhalb kürzester Zeit auf eine neue Arbeitssituation einstellen muss. Kontextwechsel können etwa durch eingehende Telefonanrufe, Nachfragen von Kollegen oder auch durch das Einschleusen dringender Aufgaben initiiert werden. Tritt ein Kontextwechsel auf, muss nun der Kontext der neuen Situation erstellt werden, bspw. durch das Zusammensuchen von Unterlagen, den Abgleich des eMail-Verkehrs zu einer Fragestellung oder das Klären des Stands einer delegierten Aufgabe. Wenn keine Vorkehrungen getroffen werden, geht darüberhinaus auch der alte Kontext verloren und man wird dann auch diesen wieder aufbauen müssen.

Wir sehen die fehlende Kontextbezogenheit von Applikationen als eine der maßgeblichen Barrieren der IT, die dazu führt, dass die Aufwände zum Aufbau und Wechsel von Kontexten relativ hoch sind – Kontextwechsel in der Wissensarbeit sind damit teuer.

## 4 Lösungsbeiträge von Semantic Web-Technologien

Wie wir gesehen haben, führen die aktuellen Entwicklungen der Arbeitswelt zu erweiterten Anforderungen an die IT-Unterstützung insbesondere in den Dimensionen

- **Komplexität:** Modellierung und Handhabung vielfach vernetzter, komplexer Beziehungen und Abhängigkeiten, sowohl den Arbeitsgegenstand als auch die sozialen und organisatorischen Strukturen betreffend; Strukturierung und Darstellung individueller, agiler Arbeitsprozesse in multiplen, zeitlich verschränkten aber thematisch getrennten Projekten

- Flexibilität: ad hoc Auf- und Abbau von aufgabenbezogenen Teams in weltweiter, asynchroner Kooperation; Handhabung dynamisch wechselnder, ineinander verschränkter Kontexte
- Automatisierte Dienste: dynamische Identifikation, Konfiguration, Nutzung von inhaltsverarbeitenden Services; Integration von Informationssupport und individueller Arbeitsorganisation

Die Konzepte und Techniken des *Semantic Web* versprechen nun, eine geeignete Grundlage für die gewünschte IT-Unterstützung zu bieten. Einen unmittelbaren Nutzen von *Semantic Web Technologien* wird zunächst diejenige Klasse von Wissensarbeitern haben, die Software entwickelt oder für die Integration von IT-Landschaften verantwortlich ist. Für diese Personen wird es in Zukunft einfacher, auf der Basis von (Web-)Service-orientierten Architekturen neue Anwendungen aus lose gekoppelten Services zusammenzusetzen bzw. bestehende Anwendungen und Daten zu integrieren und zu warten.

Für die anderen Wissensarbeiter wird als einer der Nebeneffekte des Semantic Web als erstes die Möglichkeiten des Dokumenten- und Informationsaustausches zwischen einzelnen Anwendungen zunehmen (s. auch „Der Arbeitsplatz der Zukunft“). Die Idee, dass dezentral von beliebigen Teilnehmern erzeugte Informationen weltweit von Anderen ohne vorherige Absprache verstanden und maschinell verarbeitet werden können, verlangt allerdings die formale Fixierung der jeweils verwendeten Begriffswelten bzw. Terminologien und des zugrundeliegenden Verständnisses. Die Entwicklung von Ontologien und die Definition geeigneter Ontologie-Repräsentationssprachen sowie von Techniken der Abbildung zwischen Ontologien ist daher ein aktueller Schwerpunkt der Grundlagenentwicklung im Semantic Web.

Erste Resultate der aktuellen e-Science-Initiativen sind positive Beispiele dafür, dass eine Integration verschiedener Services auch von Wissensarbeitern bewerkstelligt werden kann, die nicht primär Softwareentwickler sind. So unterstützen *scientific workflow management systems* beispielsweise Astronomen, Biologen, Chemiker, usw. (i) bei der Planung von Experimenten und des Ressourceneinsatzes, (ii) durch eine (teil-)automatisierte Ausführung der Experimentschritte und (iii) bei der Überwachung der Durchführung<sup>6</sup>.

Eine Übertragung dieser Ansätze auf weitere Wissensarbeitsprozesse wird möglich, da Semantic Web-Technologien eine sowohl einheitliche als auch erweiterbare Repräsentation von Produkten *und* Prozessen erlauben. Dies ist von entscheidender Bedeutung, da bei der Wissensarbeit i.d.R. weder die Prozesse starr vorgegeben noch die Produkte klar definiert sind; beide werden erst während der Projektdurchführung entwickelt und unterliegen einem häufigen Wandel. Insbesondere bei der Repräsentation von Abhängigkeiten kommt dem eine herausragende Bedeutung zu, da relevante Merkmale *on-the-fly* identifiziert und ausgezeichnet werden können. Ohne eine solche explizite Verwaltung der Abhängigkeiten zwischen Produkten und Prozessen sowie der Unterstützung bei der Nachverfolgung laufen Wissensarbeiter Gefahr, die Konsequenzen einer lokalen Änderung nicht abschätzen zu können bzw. notwendige Anpassungen zu übersehen.

---

<sup>6</sup> Siehe z.B. das Projekt „Virtual Laboratory for e-Science“ (<http://www.vl-e.nl>)

## 5 Zusammenfassung

Die unter dem Begriff *Wissensgesellschaft* zusammengefassten Entwicklungen führen zu neuen Herausforderungen an Art, Umfang und Bedeutung der Wissensarbeit. Die betroffenen individuellen Wissensarbeiter benötigen verstärkt technische Unterstützung, um unter stetig veränderlichen Rahmenbedingungen vielfältige und heterogene Informationen zu beherrschen und unter integrierter Anwendung von fachlichen und sozialen Kompetenzen effektiv und zielgerichtet verarbeiten zu können. Die individuelle Wissensarbeit ist dabei gekennzeichnet von zunehmender Komplexität hinsichtlich der Breite der berührten Gebiete, der Detaillierung der einzelnen Arbeitsobjekte, und der vielfältigen sachlichen und sozialen Vernetzung von Arbeitsgegenstand, Arbeitsprozess und Arbeitsteam. Gleichzeitig treten begleitende organisatorische Strukturen zurück.

Hieraus ergibt sich der Bedarf an integrierten unterstützenden Werkzeugen für das persönliche Informationsmanagement, die Beherrschung von Kontextwechseln in multiplen und parallelen Arbeitsprozessen, und den Aufbau und die Nutzbarmachung von Kompetenznetzwerken und individuellen sozialen Vernetzungen auch über Unternehmensgrenzen hinweg. Schließlich verlangt das neue Bild der Wissensarbeit auch nach Unterstützung beim persönlichen Aufbau und Erhalt von Kompetenzen und bei der notwendigen Vermarktung der eigenen Fähigkeiten.

Die Technologien des Semantic Web bieten eine geeignete Basis zur Realisierung solcher Unterstützungswerkzeuge. Die auf der Grundlage einfacher Standards möglichen offenen Schnittstellen für Informationen, semantische Annotationen und automatisierte Dienstleistungen verbinden die gewünschte automatische Unterstützung mit der gleichfalls gewünschten Offenheit und flexiblen Konfiguration. Die dezentrale Organisation und das Prinzip der beliebigen Vernetzung erlauben eine harmonische Abbildung der für die Wissensarbeit so zentralen Beziehungen und Verknüpfungen. Die Entwicklung und Formalisierung von Ontologien trägt maßgeblich zur Lösung der konzeptuellen und terminologischen Diskrepanzen in flexiblen und ad-hoc Kommunikationsszenarien bei. Die automatische Identifikation und Konfiguration von weltweit netzbasiert angebotenen Diensten erlaubt die rasche und zielgerichtete Konfiguration individueller Unterstützungswerkzeuge.

Schließlich erlaubt die auf individuelle Aktivität und dynamisches Wachstum ausgerichtete Netzwerkphilosophie, den persönlichen Arbeitsplatz einzelner Wissensarbeiter zum Semantic Desktop aufzuwerten und ihn als Keimzelle globaler Strukturen zu verstehen. Damit werden umfangreiche Informationsunterstützung, prozesseingebettete Dienstleistungen, und kollaborative Beziehungen als evolutionäre Entwicklungen eines sich selbst organisierenden, vernetzten Systems denkbar.

Zusammenfassend soll festgehalten werden, dass Produktivitätssteigerungen für Wissensarbeit durch IuK-Technologie im allgemeinen (und Semantic Web im besonderen) davon abhängen, inwieweit die Lösungen in die mobilen, verteilten und flexiblen Arbeitsprozesse integriert sind. Im Mittelpunkt müssen dabei die individuellen Bedürfnisse und Anforderungen der Wissensarbeiter stehen. In welchem Umfang das Semantic Web ein Arbeitsmittel sein wird, das diesen Anforderungen genügen kann, soll in den folgenden Kapiteln dargestellt werden.

## Literatur

- [Abecker et al., 2002] Abecker, A., Hinkelmann, K., Maus, H., and Müller, H.-J., editors (2002). *Geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement – Effektive Wissensnutzung bei der Planung und Umsetzung von Geschäftsprozessen*. xpert.press. Springer.
- [Bullinger, 2001] Bullinger, H.-J. (2001). Arbeit der Zukunft. Vortrag im Rahmen der Tagung „Arbeit der Zukunft - produktiv und attraktiv gestalten“. Institutszentrum Stuttgart der Fraunhofer-Gesellschaft, 25. April 2001.
- [Cernavin et al., 2004] Cernavin, O., Fischer, M., and Nettelau, H. (2004). Neue Qualität der Büroarbeit. Potenziale einer präventiven Arbeitsgestaltung - Auf dem Weg zu einer neuen Konvention? In Schneider, W., Windel, A., and Zwingmann, B., editors, *Die Zukunft der Büroarbeit - Bewerten, Vernetzen, Gestalten*, pages 35–58. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Geschäftsstelle der Initiative Neue Qualität der Arbeit - inqa.de, Dortmund.
- [Davenport, 2005] Davenport, T. H. (2005). *Thinking for a Living*. Harvard Business School Press.
- [Dostal, 2001] Dostal, W. (2001). Demografie und Arbeitsmarkt 2010 - Perspektiven einer dynamischen Erwerbsgesellschaft. In Bullinger, H.-J., editor, *Zukunft der Arbeit in einer alternden Gesellschaft*. IAB.
- [Drucker, 1969] Drucker, P. F. (1969). *The Age of Discontinuity*. Butterworth-Heinemann.
- [Heisig and Ludwig, 2004] Heisig, U. and Ludwig, T. (2004). Regulierte Selbstorganisation. Technical report, Institut Arbeit und Wirtschaft, Universität Bremen.
- [Hermann, 2004] Hermann, S. (2004). Produktive Wissensarbeit - Eine Herausforderung. In Hermann, S., editor, *Ressourcen strategisch nutzen: Wissen als Basis für den Dienstleistungserfolg*, pages 205–224. Fraunhofer - IRB Verlag.
- [Moldaschl and Voß, 2003] Moldaschl, M. and Voß, G. G., editors (2003). *Subjektivierung von Arbeit*. Hampp, Mering.
- [Nielsen, 2000] Nielsen, J. (2000). *Designing Web Usability: The Practice of Simplicity*. New Riders Publishing.
- [Rasmus, 2002] Rasmus, D. (2002). Collaboration, content and communities: An update. Giga Information Group, Inc., May 31, 2002, GigaTel.
- [Schütt, 2003] Schütt, P. (2003). The post-nonaka knowledge management. *Journal of Universal Computer Science*, 9(6):451–462.
- [Schwarz et al., 2001] Schwarz, S., Abecker, A., Maus, H., and Sintek, M. (2001). Anforderungen an die Workflow-Unterstützung für wissensintensive Geschäftsprozesse. In Müller, H., Abecker, A., Hinkelmann, K., and Maus, H., editors, *Workshop 'Geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement' im Rahmen der WM'2001, Baden-Baden*, DFKI Document D-01-02.
- [Shneiderman, 2002] Shneiderman, B. (2002). *Leonardo's Laptop: human needs and the new computing technologies*. MIT Press.
- [Stehr, 1994] Stehr, N. (1994). *Arbeit, Eigentum und Wissen*. Suhrkamp.
- [Wiig, 2004] Wiig, K. (2004). *People-Focused Knowledge Management: How Effective Decision Making Leads to Corporate Success*. Butterworth-Heinemann.